



**COMUNE DI FANO**  
PROVINCIA DI PESARO E URBINO

*STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PER L'INVARIANZA IDRAULICA DELLE TRASFORMAZIONI TERRITORIALI DI CUI ALL'ART.10, COMMA 4, DELLA L.R. 22/2011 E SECONDO I "CRITERI, MODALITÀ E INDICAZIONI TECNICO-OPERATIVE" APPROVATI CON DGR N. 53 DEL 27/01/2014 (B.U.R. MARCHE N.19 DEL 17/02/2014) RELATIVO ALLA **REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO DI DISTRIBUTORI CARBURANTI PER AUTOTRAZIONE AI SENSI DELL' ART. 8 R.R. 2/2011***

**AGGIORNAMENTO CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA**  
**PER SPOSTAMENTO DELL'IMPIANTO**

**COMMITTENTE:**  
**GGV ENERGY S.R.L.**

**Dott. Geol. CENCIONI CARLO**  
Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)

# INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. UBICAZIONE DELL'AREA.....</b>	<b>4</b>
<b>3. CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA FOGNANTE .....</b>	<b>5</b>
<b>4. DATI PLUVIOMETRICI ED ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PIOGGE.....</b>	<b>5</b>
4.1 DATI PLUVIOMETRICI .....	6
4.2 ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI E CURVE DI POSSIBILITÀ CLIMATICA .....	9
<b>5. CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DELL'AREA IN STUDIO .....</b>	<b>12</b>
5.1 ACQUE DI RACCOLTA – DATI E TEMPI DI RITORNO .....	12
<b>6. INVARIANZA IDRAULICA.....</b>	<b>14</b>
<b>7. CONCLUSIONI .....</b>	<b>20</b>

## **1. PREMESSA**

La presente verifica di compatibilità idraulica è stata eseguita su incarico della ditta GGV ENERGY S.R.L. con lo scopo di definire le misure compensative rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza idraulica del lotto sito in Fano prospiciente la Strada Comunale Campo d'Aviazione, l'area è censita al Nuovo Catasto Terreni al Foglio 64 mappali 174 parte – 172 – 167 – 22 – 169 – 171.

Nel lotto in oggetto verrà realizzato un impianto di distribuzione carburanti.

Con l'entrata in vigore della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali di cui all'art.10, comma 4, della L.R. 22/2011 e dei "criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative" approvati con D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), si è proceduto a definire le modalità operative e le indicazioni tecniche, richieste dall'art. 10, comma 4 della legge regionale 22/11, per la definizione delle misure compensative rivolte al perseguimento dell'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali.

In sintesi l'obiettivo dell'invarianza idraulica è quello di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative, gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

La definizione della compatibilità idraulica è stata condotta anche considerando le precipitazioni massime di breve durata inferiori all'ora e le piogge orarie, calcolate sulla base dei dati pluviometrici reperiti dalla rete meteo-idro-pluviometrica della Regione Marche (Dipartimento per le Politiche Integrate di Sicurezza e per la Protezione Civile) e sulla base di dati pluviometrici in possesso.

## **2. UBICAZIONE DELL'AREA**

L'area in oggetto è ubicata in prossimità della Strada Comunale Campo d'Aviazione, l'area è censita al Nuovo Catasto Terreni al Foglio 64 mappali 174 parte – 172 – 167 – 22 – 169 – 171 e si trova ad un quota di circa 20 metri sul livello del mare, più precisamente il lotto di interesse si trova a Sud-Ovest del Campo d'Aviazione.

## **3. CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO**

La zona di studio è semi pianeggiante con quote massime dell'ordine dei 22 s.l.m. la zona d'interesse è compresa nel Foglio 269 sez III della Carta Topografica d'Italia (Fano) I.G.M. serie 25.

Geologicamente l'area si trova sulle alluvioni terrazzate deposte dal F. Metauro, più precisamente si trova all'interno del III ordine delle alluvioni composte prevalentemente da depositi ghiaiosi, talora parzialmente sabbiosi con intercalazioni argilloso-limose (vedi Carta Geologica allegata a scala 1:25.000).

Tali depositi hanno, nell'area in esame, uno spessore di circa 30 metri e poggiano su un substrato di età pliocenica composto da argille marnose azzurre, siltoso-sabbiose.

L'area in oggetto non presenta segni evidenti di instabilità, né si osservano fenomeni franosi nelle immediate vicinanze, né tantomeno si ipotizzano pericoli futuri di instabilità data la morfologia del luogo semi pianeggiante.

Nelle immediate vicinanze dell'area di intervento non sono presenti corsi d'acqua che possano determinare problemi legati ad eventuali esondazioni; il lotto si trova infatti in sponda sinistra del F. Metauro ad una distanza dal letto di circa 1.500 metri, ed in sponda destra del Canale Albani ad una distanza di circa 380 metri dallo stesso.

In fase di campagna geognostica non è stato intercettato il livello statico della falda freatica, ma da dati bibliografici relativi alle indagini eseguite dal sottoscritto nel 2012 per la realizzazione di un pozzo ad uso irriguo nella vicina area censita al catasto terreni al F 64 mapp. 138, indicano che lo stesso è posto a circa 9 – 10 metri di profondità dall'attuale piano campagna.

Considerata la natura prevalentemente incoerente dei terreni presenti nell'area e considerata la granulometria medio-elevata degli stessi, si può affermare che la falda abbia una scarsa capacità di risalita.

### **3.1 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA FOGNANTE**

Le reti progettate saranno di tipo ad "acque separate" per lo smaltimento distinto delle acque scure e delle acque bianche. Le acque bianche verranno raccolte all'interno di vasche d'invarianza e convogliate ad un sistema di irrigazione dell'area a verde al fine di potere essere smaltite per dispersione superficiale.

A tal fine all'interno della vasca verrà installata una pompa sommersa che entrerà in funzione a seguito di ogni evento meteorico e che convoglierà le acque nel sopra citato sistema di irrigazione dei terreni circostanti.

Le acque nere verranno smaltite nella fognatura esistente.

## **4. DATI PLUVIOMETRICI ED ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PIOGGE**

Per valutare la portata di deflusso nella sezione di chiusura considerata, con un dato "tempo di ritorno", si deve valutare l'entità del fenomeno piovoso per il bacino imbrifero e per il tempo dato.

Il "tempo di ritorno" è un indicatore di rischio, definito come durata media in anni del periodo in cui il valore della variabile idrologica considerata viene superato una sola volta.

Le informazioni sulla pluviometria dell'area di interesse sono riassunte nei parametri "a" ed "n" della curva segnalatrice di possibilità climatica, che relaziona le altezze di pioggia con le durate di pioggia per un dato tempo di ritorno attraverso la nota formula:

**Dott. Geol. CENCIONI CARLO**  
*Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)*

$$h = a t^n$$

dove:

$h$  é l'altezza di pioggia espressa in mm;

$t$  é la durata dell'evento in ore;

$a$  (mm/ora) ed  $n$  sono i parametri caratteristici della curva.

Per curva di possibilità climatica si intende quella curva che rappresenta l'insieme dei punti con la stessa probabilità di non essere superati.

Per la determinazione della curva segnalatrice di possibilità climatica relativa all'area d'interesse, si é eseguita un'elaborazione statistica dei dati pluviometrici della stazione più rappresentativa.

#### **4.1 DATI PLUVIOMETRICI**

Sono stati considerati i dati pluviometrici editi e forniti dalla rete meteo-idro-pluviometrica della Regione Marche (Dipartimento per le Politiche Integrate di Sicurezza e per la Protezione Civile - Servizio Meteorologico Regionale) e sulla base di dati pluviometrici in nostro possesso, per la stazione pluviografica di Fano, che risulta essere la più vicina al bacino imbrifero in studio tra quelle dotate di pluviometro registratore (Pr), necessario per l'estrapolazione probabilistica delle curve di possibilità climatica.

Per le calcolazioni idrologiche ed idrauliche che seguiranno si sono ricercate, per la stazione di Fano, le serie storiche delle altezze di pioggia conseguenti alle precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo per tempi di pioggia di 10,15, 20, 30, minuti e 1, 3, 6, 12 e 24 ore. Le altezze di pioggia di durata inferiore a 1 ora sono pubblicate solo saltuariamente sugli annuali. Per questi ultimi casi occorre utilizzare approcci di calcolo diversi o in alternativa adattare con molta cautela i numerosi dati bibliografici relativi ai bacini di grandi dimensioni. Nello studio dei deflussi di aree di limitata estensione i dati raccolti da tali strumenti possono essere utilizzati solo indirettamente, per fornire una caratterizzazione

climatica della zona. Le piogge di breve durata sono invece segnalate dai pluviografi, capaci di registrare e i dati relativi ad eventi di durata inferiore al giorno.

Le serie storiche analizzate constano di 56 anni di osservazione, dal 1951 al 2007 (Tab. 1).

<b>DATI PLUVIOGRAFICI</b>									
<i>Stazione di FANO</i>									
<i>Quota (m s.l.m.): 10</i>					<i>Numero di osservazioni: N = 52</i>				
<b>ANNO</b>	<b>DURATA</b>								
	<b>10 m</b>	<b>15 m</b>	<b>20 m</b>	<b>30 m</b>	<b>1 h</b>	<b>3 h</b>	<b>6 h</b>	<b>12 h</b>	<b>24 h</b>
1951					29	40	44.4	63.6	79.4
1952		12.8			20.6	20.8	23.6	31.4	40.4
1953		12.8		19	40	55	67	79.2	84.4
1954		12.4	13.6		15.6	18.8	25.2	36.2	42.6
1955		13.2		19	39	53.6	64.2	64.2	74.4
1956				29	31.2	44.8	46.8	46.8	47.2
1957			20.4	16.6	23	25.4	32.2	34.6	42.6
1958		11.2			16.6	28	30.6	40.6	53.4
1959		14.2	22.4						
1960		20.4		24	29.6	31.4	31.4	32.6	40.8
1961			16.2	22.6	39	56.2	61.8	65.4	65.4
1962					26.2	40	44.6	53.8	55.8
1963					20	40	42.6	47.8	49.2
1964			16.8	34	60	62.4	62.6	81.4	81.4
1965		12			34.8	34.8	34.8	46.4	53
1966		16.6	13	19	21.2	39	60	98.2	113.4
1967		20.8	13		22.8	31.8	32	32	32
1968					12.6	16.4	29.2	36.8	51.2
1969			10.6		47	62.2	63.6	63.6	63.6
1970			11	18	48	60	62.2	76.2	80.6
1971	12	11.4			15.2	18.6	25.6	36	58.2
1972			17.2		17.2	27.6	28	31.6	33.6
1973				27	24	51.6	74.2	100.8	132.8

**Dott. Geol. CENCIONI CARLO**  
Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)

1974					17.2	22.4	26.8	37.4	40.8
1975			32		32.4	36.4	45	67	81.6
1976		16			32	36.4	44.6	57.8	104.8
1977		11			25.8	29	29	36.2	45
1978					27	52.8	57.6	61	61.2
1979			24		24.2	65.4	104.2	123.2	154.8
1980									
1981		19	10.6		23.6	25.6	32	51.2	85.2
1982									
1983		11.6			40.4	60.2	68.2	68.2	70.6
1984		13.4			17.4	19.2	30.6	43.8	47.4
1985			18		32	36	37.4	45	50
1986		14		20	31.4	33	40	67.4	86.6
1987		14			25	30.6	33.4	40	47.4
1988				22					
1989	14	16.2		24					
1990		11.8		14.4	28	38.6	38.6	40.2	40.2
1991		10.2		15.8	23.8	34.8	46.2	57.2	69
1992		6		7.4	10.2	17.4	24.8	26.8	31.6
1993		10.8		13.6	21.8	33.6	36	36.6	36.6
1994		8.6		9.6	13	27	42.2	58.2	66.4
1995		9.8		16.2	23.8	39.8	49.8	51.8	59.2
1996		14.8		25.2	40.6	56.2	74.6	87.4	53.6
1997		10.4		11.8	21	32.8	40.8	53	54.6
1998		11.4		12.8	20.2	38.6	55	66.8	84
1999		11.6		17.2	24.6	45.4	47.4	48.6	75.8
2000		11.8		16.4	27.2	40.6	46.2	85	85.6
2001		22		26.8	29.8	31	39.8	48.2	49
2002		8.8		14.6	21.6	35.6	37	37	37
2003		15		22.4	33.4	33.4	45.2	55.4	57.6
2004		8.2		15.2	22.4	25.2	29.2	37.2	39.8
2005					46.4	80.8	117.6	138.4	141.8
2006					37.4	43.8	59.2	87.2	110
2007					23.4	24	24.4	40	40

**Tab.1** – Precipitazioni in mm di massima intensità con durata di 10, 15, 20, 30, minuti e 1, 3, 6, 12 e 24 ore rilevate alla stazione pluviografica di Fano.

**Dott. Geol. CENCIONI CARLO**  
Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)



## 4.2 ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI E CURVE DI POSSIBILITÀ CLIMATICA

L'analisi dei dati è stata effettuata mediante la prima legge asintotica del massimo valore di Gumbel con la quale, data una serie di valori sufficientemente grande della variabile idrologica considerata ( $x$ ), si determina la probabilità di non superamento legata al tempo di ritorno:

$$P(x) = e^{-e^{-y}},$$

dove:

$P(x)$  : probabilità di non superamento della variabile idrologica  $x$ ;

$y = \alpha(x - N)$  = variabile ridotta associata alla variabile idrologica  $x$  ;

$\alpha = \frac{1.283}{\sigma}$  = parametro della distribuzione stimato con il metodo dei momenti<sup>1</sup>;

$N = \bar{x} - 0.450\sigma$  = parametro della distribuzione stimato con il metodo dei momenti<sup>1</sup>;

$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$  = media delle osservazioni  $x_i$ , in numero pari ad  $n$  ;

$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n-1} - \frac{(\sum x_i)^2}{n(n-1)}}$  = scarto quadratico medio del campo osservato.

Mediante la relazione:  $P(x) = \frac{T_r - 1}{T_r}$ , si lega il tempo di ritorno con la probabilità di non superamento.

Tale legge è stata applicata per le piogge della durata di 10, 15, 20, 30, minuti e 1, 3, 6, 12 e 24 ore, ottenendo le rispettive altezze di pioggia massima con tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 20, 50, 100 e 200 anni, per la stazione pluviografica considerata (Tab. 2).

---

*1"Elementi di statistica per l'idrologia" Ugo Maione e Ugo Moisello*

<b>Precipitazioni massime secondo Gumbel (in mm)</b>									
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>Durata di pioggia</b>								
	<b>10 m</b>	<b>15 m</b>	<b>20 m</b>	<b>30 m</b>	<b>1 h</b>	<b>3 h</b>	<b>6 h</b>	<b>12 h</b>	<b>24 h</b>
<b>Tr = 2 anni</b>	12.77	12.47	16.06	18.05	25.83	35.80	43.21	52.89	60.93
<b>Tr = 5 anni</b>	14.02	15.68	21.42	23.44	34.75	48.43	60.22	73.80	85.74
<b>Tr = 10 anni</b>	14.84	17.80	24.96	27.01	40.66	56.79	71.48	87.65	102.17
<b>Tr = 20 anni</b>	15.64	19.83	28.36	30.44	46.32	64.81	82.28	100.93	117.93
<b>Tr = 50 anni</b>	16.66	22.47	32.77	34.87	53.65	75.19	96.26	118.12	138.33
<b>Tr = 100 anni</b>	17.43	24.45	36.07	38.19	59.15	82.97	106.74	131.01	153.62
<b>Tr = 200 anni</b>	18.20	26.41	39.35	41.49	64.62	90.72	117.18	143.84	168.85

**Tab. 2** – Estrapolazione probabilistica con il metodo di Gumbel delle precipitazioni massime (mm) con diversa durata in ore e per diversi tempi di ritorno

Nel campo bilogaritmico la curva segnalatrice di possibilità climatica ha una forma lineare, con coefficiente angolare pari ad “n” ed ordinata corrispondente ad un tempo unitario pari ad “a”.

É possibile ora procedere al calcolo di tali curve, per i diversi tempi di ritorno, stimando i parametri “a” ed “n” tramite regressione lineare con il metodo dei minimi quadrati.

I risultati delle interpolazioni e le curve segnalatrici di possibilità climatica per la stazione considerata e per i diversi tempi di ritorno sono di seguito riportati.

<b>Parametri della curva di possibilità climatica</b>		
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>a</b>	<b>n</b>
<b>Tr = 2 anni</b>	26.242	0.2732
<b>Tr = 5 anni</b>	35.231	0.2887
<b>Tr = 10 anni</b>	41.185	0.295
<b>Tr = 20 anni</b>	46.898	0.2995
<b>Tr = 50 anni</b>	54.293	0.3039
<b>Tr = 100 anni</b>	59.835	0.3064
<b>Tr = 200 anni</b>	65.357	0.3085

Parametri della curva di possibilità climatica per la stazione pluviografica di Fano, per i tempi di ritorno indicati e per tempi di pioggia  $10 \text{ min} < t < 24 \text{ ore}$ .

**Dott. Geol. CENCIONI CARLO**  
Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)

**CURVE SEGNALTRICI DI POSSIBILITA' CLIMATICA**  
con tempi di ritorno  $Tr= 20, 50, 100, 200$  anni  
Stazione di Fano

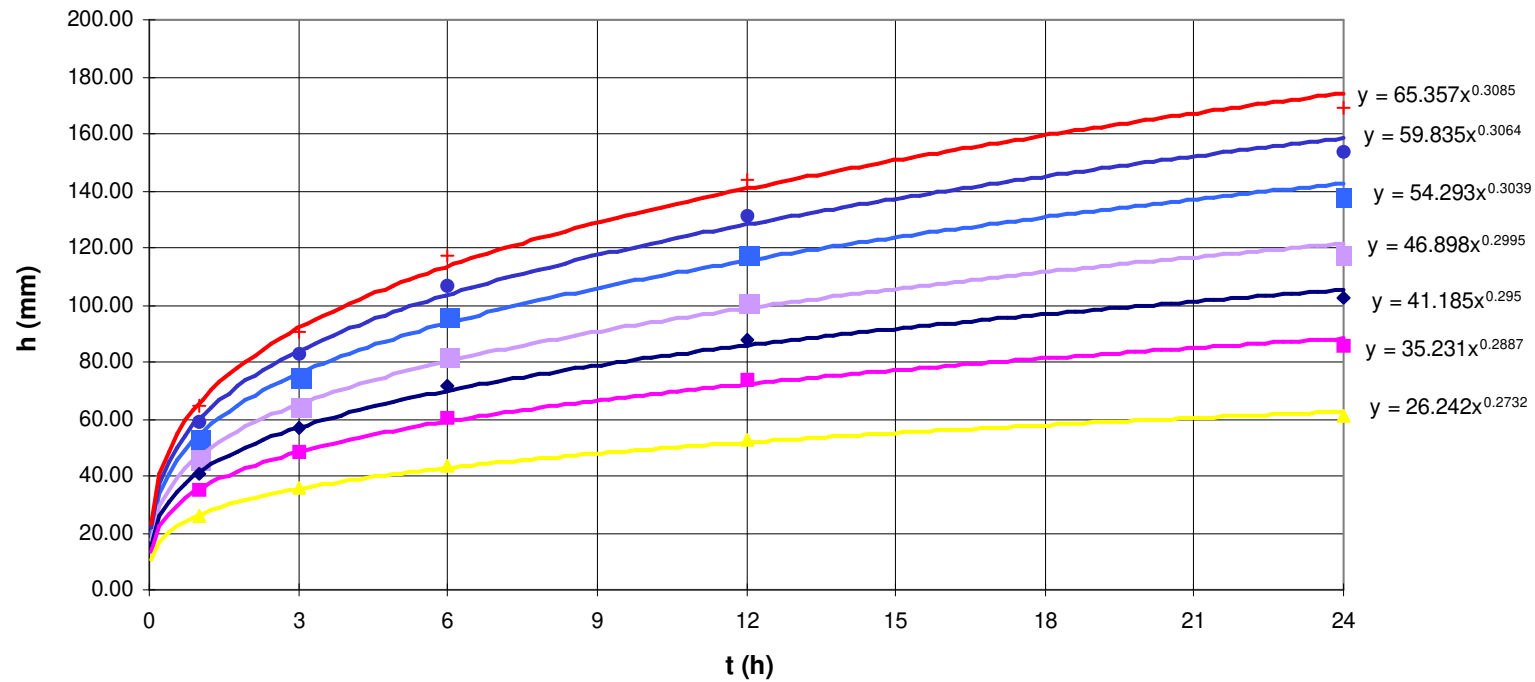


Fig.1

**Dott. Geol. CENCIONI CARLO**  
Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)

## **5. CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DELL'AREA IN STUDIO**

L'analisi dei dati disponibili in prossimità dell'area in studio è stata condotta con le metodologie sopra richiamate allo scopo di caratterizzare, da un punto di vista ingegneristico, le precipitazioni estreme di prefissata durata e il valore del relativo tempo di ritorno.

La zona in esame, contenuta all'interno del territorio provinciale di Pesaro e Urbino, può essere considerata, in base agli usuali criteri, un'area climaticamente omogenea. In tale area la densità della rete pluviometrica del Servizio Idrografico è sufficientemente elevata.

La stazione pluviografica più vicina all'area di indagine, caratterizzata da dimensione campionaria degli eventi massimi annuali registrati superiore a venti anni, è risultata quella di Fano, appartenente alla rete agro-meteorologica della Regione Marche.

### **5.1 ACQUE DI RACCOLTA – DATI E TEMPI DI RITORNO**

Non potendo disporre di una serie continua di dati per  $t < 1$  ora si estrapolano quelli di maggiore significatività. Si segnala una situazione critica relativa ad una pioggia intensa e di breve durata pari a 32,0 mm in 20 minuti nel periodo 1951-2007.

Il dato critico, che si assume come dato di progetto ricollegabile direttamente, senza alcuna elaborazione statistica, ad un tempo di ritorno  $Tr=50$  anni, è particolarmente elevato per l'area in studio. Di fatto la relazione che lega il tempo di ritorno alla probabilità che si verifichi l'evento atteso è espressa dalla formula:

$$P(hd) = 1 - 1/Tr = (Tr-1)/Tr$$

La tabella mostra i valori della probabilità di pioggia in funzione di Tr

Tr	P(hd)
10	0,90
20	0,95
30	0,97
50	0,98

Per un tempo di ritorno di Tr=50 anni la probabilità che l'altezza di pioggia non superi mai quella calcolata è del 98%, ovvero si ha il 2% di possibilità che questa venga superata una volta in 50 anni.

Per il calcolo delle reti fognarie è prassi adottare Tr=10 anni edito da vari testi come ad esempio il Manuale dell'Ingegnere Nuovo Colombo.

Mentre per il calcolo della fognatura acque bianche, a titolo cautelativo, è prudenziale usare un Tr=50 anni.

Per il calcolo, come prima accennato, si farà riferimento alla pioggia di 32,0 mm con durata 20 minuti, pari a 96,0 mm/h, ricadente nell'intervallo degli 1951-2007 presso la Stazione di Fano, come dai seguenti schemi riepilogativi dei principali eventi:

PRECIPITAZIONI MASSIME DI BREVE DURATA						
	15 min		20 min		30 min	
	Data	mm	Data	mm	Data	mm
FANO	02/07/1960	20,4	03/09/1957	20,4	11/07/1956	29,0
	17/09/1966	16,6	10/06/1959	22,4	28/07/1960	24,0
	09/06/1967	20,8	<b>26/07/1975</b>	<b>32,0</b>	09/08/1964	34,0
	24/08/1981	19,0	28/06/1979	24,0	31/08/1973	27,0
	11/08/2001	22,0	26/08/1985	18,0	11/08/2001	26,8
	<b>Max/h</b>	<b>88,0 mm/h</b>		<b>96,0 mm/h</b>		<b>68,0 mm/h</b>

**Dott. Geol. CENCIONI CARLO**  
Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)

## **6. INVARIANZA IDRAULICA**

Come previsto dall'art. 10 comma 4 della L.R. 22/11, e secondo i "criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative" approvati con D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), al fine di evitare effetti negativi sul coefficiente di deflusso delle superfici impermeabilizzate, ogni trasformazione del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative rivolte al principio dell'invarianza idraulica.

Per poter progettare e dimensionare tali misure compensative occorre partire dai dati urbanistici dell'area che si intende trasformare e che, nel caso in esame, sono i seguenti:

AREA TOTALE DEL LOTTO: 10.093,00 m<sup>2</sup>

AREA IMPERMEABILE: 1.990,00 m<sup>2</sup>

AREA SEMIPERMEABILE CON AUTOBLOCCANTI: 150,00 m<sup>2</sup>

AREA SEMIPERMEABILE PIAZZALE CON BITUME DRENANTE: 6.600,00 m<sup>2</sup>

AREA PERMEABILE: 1.353,00 m<sup>2</sup>

Le vasche di laminazione saranno installate al di sotto dell'area impermeabile, mentre quelle di prima pioggia saranno installate all'interno dell'area permeabile, andando quindi a ridurre la superficie; le vasche di prima pioggia avranno forma circolare e saranno quattro, tre avranno un diametro pari a 2,20 mt ed una avrà diametro pari ad 1,70 mt.

Ogni vasca con diametro 2,2 mt ha un'area pari a:  $\pi * 1,1^2 = 3,8 \text{ m}^2$

La vasca con diametro 1,7 mt ha un'area pari a:  $\pi * 0,85^2 = 2,3 \text{ m}^2$

Pertanto la superficie totale delle vasche di prima pioggia sarà pari a:

$$3,8 \text{ m}^2 * 3 + 2,3 \text{ m}^2 = 13,7 \text{ m}^2$$

Nel calcolo dell'invarianza idraulica tale superficie sarà dedotta dalla quota delle aree permeabili e sarà inserita tra quelle impermeabili.

Partendo dai dati urbanistici di progetto si ritiene di realizzare una vasca di laminazione, che andrà nuovamente verificata e calcolata in fase esecutiva.

Come previsto dal Titolo III par. 3.4 (contenuti dell'invarianza idraulica) della D.G.R. n. 53 del 27/01/2014, per le previsioni degli strumenti di pianificazione territoriale, generale e attuativa vigenti alla data di entrata in vigore dei criteri in esso definiti può essere adottato, per il dimensionamento della capacità di invaso, un volume pari a  $350 \text{ m}^3$  per ogni ettaro di superficie impermeabilizzata a patto che si ricada nei casi a) e b) del sopra citato paragrafo. Il piano attuativo, ricoprendo una superficie complessiva di  $10.093 \text{ m}^2$  rientra nel punto c) relativo a significativa impermeabilizzazione potenziale (superficie tra 1 e 10 ha) pertanto le luci di scarico e di tiranti idrici dell'invaso dovranno essere dimensionati in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione almeno per una durata di pioggia di 2 ore e un tempo di ritorno di 30 anni.

## DATI URBANISTICI DI PROGETTO

Totale comparto	m <sup>2</sup>	Coefficiente di deflusso $\varphi$	Superfici considerate per l'invarianza m <sup>2</sup>
Superficie totale	10.093		
Superficie impermeabilizzata (comprese le vasche di prima pioggia)	2.003,70	1,00	2.003,70
Parcheggi e percorsi pedonali con grigliato	150,00	0,50	75,00
Area con asfalto drenante	6.600,00	0,50	3.300,00
Verde pubblico e privato (detratte le vasche di prima pioggia)	1.339,30	0,20	267,86
Totale			5.646,56

Nel caso in esame occorre utilizzare l'applicazione della formula del titolo III par. 3.4 "Contenuti dell'invarianza idraulica" secondo "i criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative" approvati dalla DGR n. 53 del 27.01.2014, di cui di seguito si riportano le indicazioni e i tabulati di calcolo

$$w = w^{\circ} (\varnothing/\varnothing) (1/(1-n)) - 15I - W^{\circ}P \quad (1)$$

essendo  $w^{\circ} = 50$  mc/ha,  $\varphi$  = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione,  $\varphi^{\circ}$  = coefficiente di deflusso prima della trasformazione, I e P espressi come frazione dell'area trasformata e  $n=0,48$  (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta – orientativamente - da vari studi sperimentali; si veda ad es. CSDU, 1997). Per le classi denominate come "Significativa" e "Marcata" impermeabilizzazione come di



definite nel Titolo III del DGR 53/2014 è ammesso l'utilizzo di un valore diverso del parametro  $n$  qualora opportunamente motivato da un'analisi idrologica specifica contestualizzata al sito oggetto di trasformazione.

Il volume così ricavato è espresso in  $m^3/ha$  e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento (superficie territoriale,  $St$ ), a prescindere dalla quota  $P$  che viene lasciata inalterata. Per la stima dei coefficienti di deflusso  $\varphi$  e  $\varphi^\circ$  si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\varphi^\circ = 0.9Imp^\circ + 0.2 Per^\circ \quad (2-a)$$

$$\varphi = 0.9Imp + 0.2 Per \quad (2-b)$$

In cui  $Imp$  e  $Per$  sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice $^\circ$ ) o dopo (se non c'è l'apice $^\circ$ ). Il calcolo del volume di invaso richiede quindi la definizione delle seguenti grandezze:

(I) quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione; è da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota  $I$ ;

(P) quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione, essa è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti;

(Per) quota dell'area da ritenersi permeabile, tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione;

(Imp) quota dell'area da ritenersi impermeabile, tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione.

Oltre che alla superficie territoriale  $St$ , il calcolo dei valori  $I$ ,  $P$ ,  $Imp$  e  $Per$ , può essere riferito anche alla superficie dell'intero bacino scolante,  $Sb$ , di cui l'area dell'intervento fa parte. In questo caso, il volume  $w$  ottenuto con la formula (1) [ $mc/ha$ ] deve essere moltiplicato per la superficie  $Sb$  [ $ha$ ]. Nei due casi si ottiene un valore sostanzialmente equivalente e la scelta della superficie di riferimento è

essenzialmente legata a motivi di praticità. In caso di significative discrepanze nei due valori calcolati, si consiglia di adottare il valore più cautelativo. Si noti che gli indici Imp ed I, Per e P sono concettualmente diversi: Imp e Per servono a valutare il coefficiente di deflusso convenzionale (che esprime la capacità del lotto di accettare le piogge prima di generare deflussi superficiali), mentre I e P rappresentano le porzioni rispettivamente urbanizzata e inalterata (agricola) del lotto oggetto di intervento.

In fase esecutiva verranno limitate le impermeabilizzazioni delle superfici scoperte, privilegiando l'utilizzo di pavimentazioni permeabili o semipermeabili.

Tale vasca verrà posizionata al di sotto della zona impermeabilizzata. (vedi carta delle fognature acque bianche allegata al progetto).

# Calcoli invarianza:

CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA FORMULA (1)			
ALLEGATO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014			
<p>Requisiti richiesti per ogni classe sulla base del volume minimo di laminazione determinato:</p> $W = w \cdot (\phi/\phi^*)^{1/(1-n)} - 15 \text{ l} - W^*P$ $\phi^* = 0,9 \text{ Imp}^* + 0,2 \text{ Per}^* \quad \phi = 0,9 \text{ Imp} + 0,2 \text{ Per}$ <p> <math>w = 50 \text{ mc/ha}</math> volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione  <math>\phi</math> coefficiente di deflusso post trasformazione <math>\phi^*</math> coefficiente di deflusso ante trasformazione  <math>n = 0,48</math> il e P es pressa come frazione dell'area trasformata                      Imp = Per es pressa come frazione dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione (raccomandati dall'Agos) o dopo (se manca l'Agos)                      VOLUME RICAVATO dalla formula <math>Q = 1000000 \cdot Q</math> </p>			
<b>Oggetto:</b>			
<i>(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)</i>			
Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	10093,00	mq
<b>ANTE OPERAM</b>			
Superficie impermeabile esistente	=	0,00	mq
Imp*	=	0,00	
Superficie permeabile esistente (mq)	=	10093,00	mq
Per*	=	1,00	
Imp* + Per*	=	1,00	
<b>POST OPERAM</b>			
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	5646,56	mq
Imp	=	0,56	
Superficie permeabile di progetto	=	4446,44	mq
Per	=	0,44	
Imp + Per	=	1,00	
<b>INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA</b>			
Superficie trasformata/livellata	=	10093,00	mq
I	=	1,00	
Superficie agricola inalterata	=	0,00	mq
P	=	0,00	
I + P	=	1,00	
<b>CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM</b>			
$\phi^*$	$0,9 \times \text{Imp}^* + 0,2 \times \text{Per}^* =$	0,9 x 0,00 +	0,2 x 1,00 = 0,20
$\phi$	$0,9 \times \text{Imp} + 0,2 \times \text{Per} =$	0,9 x 0,56 +	0,2 x 0,44 = 0,59
W	$w \cdot (\phi/\phi^*)^{1/(1-n)} - 15 \text{ l} - W^*P =$	50 x 8,05 -	15 x 1,00 - 50 x 0,00 = 387,49 mc/ha
W*	50 mc/ha		
$(\phi/\phi^*)$	2,96		
$(\phi/\phi^*)^{1/(1-n)}$	1,92		
<b>VOLUME MINIMO DI INVASO</b>			
		387,49 : 10.000,00 x	10.093,00 = <b>391,10 mc</b>
Q	Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha	20,19	l/sec

## VERIFICA DELLA VOLUMETRIA PER PIOGGE CON TR 30 ANNI E DURATA d 2h

da effettuarsi per casi di Superficie fondiaria > 1 ha

Superficie fondiaria	1,01 ha	superficie totale dell'intervento
<b>TR</b>	30 anni	
<b>a</b>	50	
<b>n</b>	0,29	
<b>tp</b>	2,00 ore	durata di pioggia
$\phi$	0,59	coeff. di deflusso dopo la trasformazione
<b>h</b>	61,13 mm	altezza pioggia in tp
<b>Vp</b>	617,01 mc	Volume piovuto in tp
<b>Ve</b>	365,03 mc	Volume effluente in vasca in tp
<b>Qu</b>	29,53 l/sec	Portata scaricabile dalla strozzatura adottata
<b>Vu</b>	212,63 mc	Volume scaricato dalla vasca nel ricettore in tp
<b>Ve-Vu</b>	<b>152,40 mc</b>	Volume da laminare per evento TR 30 d 2 ore
<b>W</b>	<b>391,10 mc</b>	Volume di laminazione (formula del w)

### VERIFICATO

Il calcolo sopra riportato fornisce anche la seguente informazione:

- la portata massima in uscita allo scarico nella configurazione di progetto desumibile da un coefficiente Udometrico di 20 l/sec per ettaro in riferimento ad elaborazioni di pioggia per Tr 50 anni è risultata pari a 20,19 l/sec (portata ammissibile effluente al ricettore).

Lo scarico della prevista vasca di laminazione verrà convogliato in un sistema di irrigazione interno al lotto con troppopieno in dispersione superficiale.

Lo scarico non potrà, ovviamente, essere realizzato per gravità, ma dovrà essere collegato ad un impianto di sollevamento posto alla base della vasca, per scopi precauzionali si consiglia di realizzare un impianto di sollevamento dotato di due pompe così da garantirne il funzionamento in caso di guasto di una delle due.

## **7. CONCLUSIONI**

A seguito della verifica di compatibilità idraulica, con lo scopo di definire le misure compensative rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza delle trasformazioni territoriali di cui all'art.10, comma 4, della L.R. 22/2011 e dei "criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative" approvati con D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), si è proceduto a definire le modalità operative e le indicazioni tecniche richieste da tale legge Regionale.

Tale verifica ha appurato che per l'attuazione del piano attuativo è necessario realizzare una vasca di laminazione avente volume pari a 391,10 m<sup>3</sup>, tale volume andrà nuovamente verificato e calcolato in fase esecutiva, note con esattezza le superfici impermeabilizzate.

Si ricorda che il volume della vasca di laminazione è condizionato all'utilizzo di un asfalto drenante con coefficiente di deflusso pari a 0,5.

Tale vasca verrà posizionata nell'area impermeabilizzata (vedi carta delle fognature acque bianche allegata al progetto).

La portata massima in uscita allo scarico nella configurazione di progetto desumibile da un coefficiente Udometrico di 20 l/sec per ha, in riferimento ad elaborazioni di pioggia per Tr 50 anni è risultata pari a 20,19 l/sec (portata ammissibile effluente al ricettore).

Lo scarico di fondo della prevista vasca di laminazione verrà smaltito tramite dispersione superficiale con l'ausilio di un impianto di sollevamento collegato ad un impianto di irrigazione che servirà il verde privato del lotto, con troppopieno in dispersione superficiale.

In zona non sono presenti pozzi ad uso idropotabile con acqua destinata al consumo umano, quindi tale sistema di smaltimento delle acque, risulta pienamente compatibile con l'ambiente circostante e la vincolistica presente.

**Fano, lì 20/12/2019**

***Dott. Geol. CENCIONI CARLO***  
*Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)*